

(2)



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 198 56 574 A 1

51 Int. Cl.⁶:
G 03 G 13/01
C 09 D 11/02

21 Aktenzeichen: 198 56 574.7
22 Anmeldetag: 8. 12. 98
43 Offenlegungstag: 9. 9. 99

DE 198 56 574 A 1

<p>30 Unionspriorität: 030637 25. 02. 98 US</p> <p>71 Anmelder: Hewlett-Packard Co., Palo Alto, Calif., US</p> <p>74 Vertreter: Schoppe & Zimmermann, 81479 München</p>	<p>72 Erfinder: Jacob, Steve A., Boise, Id., US; Johnson, David A., Boise, Id., US</p>
---	--

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- 54 Verfahren zum Optimieren von Druckerfarbpaletten
- 57 Das Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung liefert ein verbessertes Verfahren zum Umwandeln von Primärdruckerfarbwerten (CMY) in Kombinationen der Primärdruckerfarbwerte und Schwarz, um verbesserte Druckerausgabefarbindarstellungen zu erzeugen. Das Verfahren umfaßt folgende Schritte. Ein erster ausgeglichener Satz von Primärdruckerfarbkombinationen (z. B. CMY) wird anfänglich abgeleitet, der eine ausgeglichene Graudarstellung mit verschiedenen Pegeln einer Primärfarbenkonzentration schafft. Ein zweiter ausgeglichener Satz von Primärdruckerfarbkombinationen (z. B. CMYK) wird abgeleitet, der eine ausgeglichene Graudarstellung bei verschiedenen Pegeln einer Farbkonzentration liefert. Anschließend wird ein Satz von Primärdruckerfarben mit K abgeleitet, wobei der erste ausgeglichene Satz verwendet wird, welcher am besten Schatten-Farben darstellt, wobei ein Maximal-Farbwert daraus gewählt wird. Anschließend wird ein ähnlicher Satz von Primärdruckerfarben berechnet, der am besten Licht-Werte darstellt, indem von dem ausgewählten Maximal-Farbwert zu einem Weißwert interpoliert wird. CMYK-Farbwerte werden dann bestimmt, wobei der zweite Satz, Schatten-Farben und Licht-Farben verwendet, die Regionen zwischen schwarzen, weißen und Maximal-Farbpunkten darstellen, die bereits gefunden wurden. Anschließend wird eine Farbtrennhandlung durchgeführt, bei der Eingabeprimärfarbwerte (CMY) durch Interpolation an die naheliegendsten Primärdruckerfarbwerte (CMY) und Schwarz angepaßt ...

DE 198 56 574 A 1

Diese Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Optimieren von Farbbildern, die von einem Farbdrucker ausgegeben werden, und insbesondere auf ein Verfahren zum Bestimmen von Farben mit optimaler Schattierung und Helligkeit, während Tinten/Toner-Mengen verwendet werden, die nicht größer sind als ein vorbestimmter Schwellenwert.

Laser-getriebene Farbdrucker und Kopierer verwenden transparente Toner, die es ermöglichen, daß Licht von der Seite weg reflektiert wird und zurück zu dem Auge gerichtet wird. Im allgemeinen verwenden solche Geräte einen Cyan-(C-), einen Magenta-(M-) und einen Gelb-(Y-) Toner als die Grundkomponentenfarben, aus denen andere Farben erzeugt werden. Licht, das durch CMY-Toner fällt, wird einer Filterung unterzogen, derart, daß ein Teil seiner Farbe von dem Toner ausgefiltert oder absorbiert wird, derart, daß das reflektierte Licht die Farbe der Toner annimmt, durch die es fällt. Bei Laserdruckern (und bestimmten Kopierern) wird ein Schwarz-(K-) Toner verwendet, der für Licht undurchsichtig ist. Wenn ein K-Toner über einen CMY-Toner gedruckt wird, um dunklere Farben zu erreichen, wie sie in Schattierungen zu finden sind, wird ein großer Teil der Farbfülle in dem Schatten verloren. Das ausschließliche Verwenden von K-Toner, um dunkle Farbe zu erreichen, resultiert ferner in viel weniger farbfülligen dunklen Farben, da eine geringere umgebende Färbung verwendet wird.

Um somit den Bereich von Farben zu erhöhen, die von einem Drucker/Kopierer verfügbar sind, ist es notwendig, einen korrekten Ausgleich von K- und CMY-Tonern zu finden, um dunkle Farben zu erzeugen, während es ermöglicht wird, daß die dunklen Farben so farbfüllig als möglich bleiben.

Während der Stand der Technik Kombinationen der drei Primärfarben Cyan, Magenta und Gelb (CMY) verwendet hat, um dunklere Farben zu erzeugen, die bis zu Schwarz reichen, bewirkt der Bedarf nach einem Aufbringen von 100%ig dichten Tonschichten für jede Farbe, daß eine übermäßige Menge an Toner auf das Medienblatt eingebracht wird (beispielsweise bis zu 300%). Ein solch hoher Pegel an Toneraufbringung verschmilzt nicht gut und erzeugt im allgemeinen nicht zufriedenstellende Bilder. Demgemäß haben bekannte Druckverfahren Kombinationen von K- und CMY-Tonern verwendet, um Bilder mit dunklen oder schattierten Farben zu erreichen.

Wenn ein Drucker Bilddaten von einem Hostprozessor empfängt, werden die Daten in Form von entweder RGB- oder CMY-Werten empfangen. In jedem Fall werden die empfangenen Werte in CMYK-Werte umgewandelt, um erwünschte Pegel einer Farbdarstellung des schließlich gedruckten Bildes zu erreichen. Eine solche Umwandlung kann abhängig von den Farbwertparametern, die von dem Druckerhersteller eingestellt werden, in variablen Farbdarstellungen resultieren, wenn Drucker unterschiedlicher Hersteller mit einem Hostcomputer gekoppelt sind.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Konzept für Farbdrucker zu schaffen, das Ausdrücke mit höherer Farbfülle erreicht.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Bestimmen von Schwarzinengen, die mit Mischungen einer ersten, einer zweiten und einer dritten Primärdruckerfarbe verwendet werden sollen, um einen gegebenen Farbton darzustellen, gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß sie ein verbessertes Verfahren zum Umwandeln von Primärdruckerfarbwerten in Kombinationen der Primärdruckerfarbwerte mit Schwarz zu schaffen, um verbesserte Druckerausgabefarbdarstellungen zu erreichen.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß sie ein verbessertes Verfahren zum Umwandeln von CMY in CMYK schafft, während eine maximale Palette an verfügbaren Farben beibehalten wird.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß sie ein verbessertes Verfahren zum Umwandeln von CMY in CMYK schafft, während Tonermengen innerhalb bestimmter Grenzen gehalten werden.

Das Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung umfaßt ein verbessertes Verfahren zum Umwandeln von Primärdruckerfarbwerten in Kombinationen der Primärdruckerfarbwerte und Schwarz, um verbesserte Druckerausgabefarbdarstellungen zu erreichen.

Das Verfahren umfaßt die folgenden Schritte. Ein erster ausgeglichener Satz von Primärdruckerfarbkombinationen (z. B. CMY) wird zu Anfang abgeleitet, der eine ausgeglichene Graudarstellung bei verschiedenen Pegeln der Primärfarbenkonzentration liefert. Ein zweiter ausgeglichener Satz von Primärdruckerfarbkombinationen (z. B. CMYK) wird abgeleitet, der eine ausgeglichene Graudarstellung in verschiedenen Farbkonzentrationspegeln liefert. Anschließend wird ein Satz von Primärdruckerfarben (CMY) mit K abgeleitet, wobei der erste ausgeglichene Satz verwendet wird, der am besten Schatten-Farben darstellt, wobei ein maximaler Farbwert aus demselben ausgewählt wird. Anschließend wird ein ähnlicher Satz von Primärdruckerfarben berechnet, der am besten Licht-Werte darstellt, durch Interpolieren von dem ausgewählten Maximal-Farbwert zu einem Weißwert. CMYK-Farbwerte werden dann bestimmt, wobei der zweite Satz, Schatten-Farben und Licht-Farben verwendet werden, die Regionen zwischen Schwarz, Weiß und bereits gefundenen Maximal-Farbenpunkten darstellen. Anschließend wird eine Farbrennhandlung durchgeführt, bei der Eingabeprimärfarbwerte durch Interpolation an die naheliegendsten Primärdruckerfarbwerte und Schwarz angepaßt werden, die oben abgeleitet wurden. Anschließend werden die gespeicherten Werte verwendet, um eine Tabelle zu füllen, die ein Umwandeln von Eingabeprimärdruckerfarbwerten (z. B. CMY) in Kombinationen solcher Werte mit Schwarz (CMYK) zur Verwendung während des Aufbereitens durch einen Drucker ermöglicht.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen detailliert erläutert. Es zeigen:

Fig. 1a ein kartesisches Koordinatensystem im Farbton-(H-; H = Hue), Tinten-(I-; I = Ink) und Farbstärke-(C-; C = Chroma) Farbraum, das bestimmte hierin verwendete Ausdrücke definiert;

Fig. 1b ein Diagramm von CMY-Farben, das weitere hierin verwendete Ausdrücke definiert;

Fig. 2 eine graphische Darstellung des CMY-Farbraums, wobei mehrere CMY-Scheiben gezeigt sind, die beim Ableiten einer Neutral-Farb-Achse (d. h. einer Grau-Achse) verwendet werden;

Fig. 3 ein Diagramm, das schematisch eine Scheibe und die Datenpunkte darstellt, die beim Ankommen bei der ausgeglichenen Neutral-Grau-Achse ausgewählt werden;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Seite, die unter Verwendung der in Fig. 3 dargestellten CMY-Werte gedruckt wird;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer gedruckten Seite, die während der Ableitung von Schatten-Farben verwendet wird, wobei die vertikale Achse zunehmende Verhältnisse der drei Komponenten von Neutral-Grau-ausgeglichenem CMY-Prozeßschwarz zu CMY-Farbstärke-Farben darstellt, während die horizontale Achse zunehmende Pegel an K-Toner darstellt;

Fig. 6 eine kartesische Koordinatensystem im Farbraum,

das abgeleitete Weiß-, Schwarz- und Maximal-Farbstärkewerte für einen gegebenen Farbton darstellt, wobei die Werte bei der Ableitung einer CMY-zu-CMYK-Farbumwandlungstabelle verwendet werden;

Fig. 7a ein Logikflußdiagramm, das das Verfahren der Erfindung darstellt, das einen ausgeglichenen Neutral-Grauvektor mit drei Komponenten erreicht;

Fig. 7b ein Logikflußdiagramm, das das Verfahren der Erfindung darstellt, das eine ausgeglichene Neutral-Grauaachse mit vier Komponenten erreicht;

Fig. 8a und 8b ein Logikflußdiagramm des Verfahrens der Erfindung, das verwendet wird, um Schatten-Farben zu maximieren;

Fig. 9 ein Logikflußdiagramm des Verfahrens der Erfindung, das Schritte darstellt, die beim Erreichen von Licht-Farben verwendet werden;

Fig. 10 ein Logikflußdiagramm, das die Ableitung von Auffüllfarben darstellt; und

Fig. 11 ein Logikflußdiagramm, das ein Farbtrennverfahren darstellt, das eine Ableitung einer CMY-zu-CMYK-Umwandlungstabelle ermöglicht.

Vor der Beschreibung der Erfindung wird nachfolgend eine Anzahl von Ausdrücken, die hierin verwendet werden, definiert.

Der Ausdruck "Farbton" definiert eine visuelle Erfassung, gemäß der ein Bereich derart erscheint, daß er einer eines Satzes von Primärfarben oder einer Kombination von zwei der Primärfarben ähnlich ist.

Der Ausdruck "Helligkeit" (oder Luminanz) bezieht sich auf die Helligkeit eines Bereichs, die relativ zu der Helligkeit eines ähnlich beleuchteten Bereichs beurteilt wird, der weiß oder stark transmittierend erscheint.

Der Ausdruck "Chroma" bezieht sich auf den Farbreichtum oder die Farbfülle eines Bereichs.

Fig. 1a stellt einen Druckerfarbraum dar, der eine dreidimensionale mathematische Darstellung der Farben ist, die der Drucker erzeugen kann. Die drei orthogonalen Achsen stellen orthogonale (d. h. Primär-) Farben dar. Die Menge an Tinten (Helligkeit) wird als Maß entlang der Z-Achse dargestellt. Die Farbstärke wird als Wert dargestellt, der die Stärke oder Schwäche einer Farbe anzeigt, aufgetragen entlang einer entsprechenden Achse, die in der XY-Ebene liegt. Schließlich wird der Farbton durch einen Winkel (Theta) eines Vektors definiert, der eine spezielle Farbe (wie sie durch das Verhältnis der Primärtinten definiert ist) anzeigt.

Entlang der Tinten-Z-Achse variieren die Luminanzwerte von Weiß zu Schwarz. Die Darstellung, die in Fig. 1a gezeigt ist, wird dementsprechend (zwecks dieser Beschreibung) als HIC-Farbraum bezeichnet (HIC = Hue Ink Chroma = Farbe Tinte Chroma).

Der Gerätefarbraum ist eine drei- oder vierdimensionale mathematische Darstellung aller möglichen Kombinationen von drei oder vier Primärtinten/Tonern, entweder CMY oder CMY und K. Anschließend wird der Ausdruck "Toner" verwendet, um sowohl Tinte als auch Toner zu umfassen. In einem Gerätefarbraum stellt jede Achse oder jeder Basisvektor eine Menge an Toner dar, wobei von dem Ursprung mit Null als Wert ausgegangen wird und bis zu einem maximalen Wert nach außen gegangen wird, beispielsweise 1,0 oder 255, abhängig von der gegenwärtigen Verwendung. Jede Achse stellt eine Primärtonerfarbe dar, wobei alle Kombinationen von Toneranteilen in dem Gerätefarbraum wiedergegeben sind.

Theoretisch sollten gleiche Mengen an Toner Farben erzeugen, die von einem Beobachter als in der Farbe neutral (grau) aufgenommen werden, oder die als Farben ohne Farbreichtum empfunden werden. Die Punktpositionen, die Koordinaten mit gleichen Werten der Komponentenfarben

haben, werden als Neutral-Achse des Gerätefarbraums bezeichnet. In der Vorstellung wird erwartet, daß der Gerätefarbraum von einem Helligkeitsextrem zu dem anderen geht (d. h. von Weiß zu Schwarz oder umgekehrt), ohne irgendeinen wahrnehmbaren Farbreichtum. Wie es oben angezeigt wurde, erzeugen die meisten Toner keine Neutral-Farben, wenn gleiche Mengen an Toner auf die Seite aufgebracht werden.

In Hostprozessoren werden Farben für eine Anzeige auf Monitoren als variierende Mengen an Rot, Grün und Blau (RGB) spezifiziert. Drucker verwenden einen unterschiedlichen Farbsatz, der aus Cyan-, Magenta-, Gelb- und Schwarz-Toner zusammengesetzt ist. Das Übersetzen von RGB-Farbwerten in CMY-Farbwerte kann durch Formeln variierender Komplexität erreicht werden, wobei die einfachste folgendermaßen lautet:

$C = 1 - R$; $M = 1 - G$; und $Y = 1 - B$. Schwarz kann durch gleiche Mengen an CMY erzeugt werden. Wenn das dunkelste Schwarz erforderlich ist, und wenn der Drucker CMY verwendet, um die schwarze Farbe zu erzeugen, dann müssen 300% an Toner auf das Papier aufgebracht werden (d. h. eine Menge mit einer Dichte von 100% für jede der drei Primärfarben). Unter solchen Umständen kann, wie es oben gezeigt wurde, der Toner von der Seite abgehen oder derselbe kann unter Umständen nicht korrekt auf die Seite verschmolzen werden. Da ferner CMY-Toner transparent sind, dürfte das dunkelste Schwarz unter Verwendung von lediglich CMY-Tonern nicht erreichbar sein.

Wenn ein K-Toner verwendet wird, um Schwarz zu erzeugen, wird nur sehr wenig oder gar kein CMY benötigt, was in Tonereinsparungen resultiert. Das Bestimmen der Menge an K-Toner, die verwendet werden soll, und wieviel CMY nicht verwendet werden soll, wenn Schwarz erzeugt werden soll, wird als "Farbtrennung" bezeichnet. Ferner wird das Bestimmen, wieviel K-Toner verwendet werden soll, um gleiche Mengen an CMY-Toner zu ersetzen, als "Graukomponentenersetzung" oder GCR (GCR = Gray Component Replacement) bezeichnet. Für jede CMY-Farbe wird, wenn alle Komponentenfarben den Wert der Minimal-Farbkomponente (d. h. von C, M oder Y) annehmen, das Resultat als die "Graukomponente" bezeichnet.

In Fig. 1b sind Mengen an C-, M- und Y-Tonern, die eine spezielle Farbe umfassen, als Balken entlang einer horizontalen Achse gezeigt. Wenn die C- und die M-Menge gleich der Y-Menge ist, ist das Resultat eine Neutral- oder Graukomponente. Die Graukomponente wird ebenfalls als die "Unterfarbe" bezeichnet und ist die minimale Menge an C, M und Y, die in jeder CMY-Farbe zu finden ist. Der Prozentsatz der Unterfarbe, der entfernt wird, wenn statt dessen K-Toner verwendet wird, wird Unterfarbentfernung (UCR; UCR = Under Color Removal) bezeichnet und ist üblicherweise eine Zahl von 0 bis 1 oder ein Prozentsatz von 0 bis 100. Diese Menge wird nachfolgend ebenfalls als "minCMY" bezeichnet. Ein Wert "maxCMY" bezeichnet die Menge oder den Prozentsatz der Maximalwertkomponentenfarbe der gesamten Tonerkombination. Die Menge an Toner, die zwischen die minCMY-Graustufe und den maxCMY-Wert fällt, wird als die Farbstärke-Farbe oder Chromafarbe bezeichnet und umfaßt die Farben, die erforderlich sind, um einen speziellen Farbton aufzubereiten bzw. zu rendern.

Unter Verwendung der oben definierten Ausdrücke wird anschließend der Farbtrennalgorithmus der Erfindung beschrieben. Kurz gesagt maximiert der Algorithmus die Farbpalette (den Bereich an wahrgenommenen Farben, den ein Drucker drucken kann) und führt einen Grauausgleich der Neutral-Farb-Achse durch, während innerhalb der Maximaltonerbegrenzungen des Druckers geblieben wird. Wie es

nachfolgend zu sehen sein wird, wird es bevorzugt, daß ein Referenzfarbraum verwendet wird, der ein zylindrisches Koordinatensystem umfaßt, in dem der Farbton (H), die Tinte (I) und die Farbstärke (C) die Referenzkoordinaten (HIC) bilden. Der HIC-Farbraum ist vorstellungsmäßig einfacher zu bearbeiten, da eine CMY-Farbe durch einen Farbton (H), die Gesamtmenge an Toner (I) und die Menge an Toner dargestellt werden kann, die zu dem Farbreichtum oder der Farbstärke (C) beiträgt. Alle drei Parameter müssen gesteuert werden, um die Farbpalette zu optimieren, während, der Maximaltonerbegrenzung des Druckers gehorcht werden muß.

Um eine ausgeglichene Neutral-Farb-Achse zu erreichen, werden Farbproben gedruckt (und spektrophotometrisch gemessen), die in der Nähe der berechneten Neutral-Achse des Farbraums sind (d. h. alle CMY-Komponentenwerte sind gleich). Die gemessenen Farbprobenwerte werden verwendet, um CMYK-Werte zu bestimmen, die Grau erzeugen, das neutral ist, d. h. das keine Farbe hat.

Dann werden Proben unter Verwendung von Farben gedruckt, die sich von einer Vollfarbe (d. h. dem am meisten farbigen Rot) zu Schwarz erstrecken. Die Proben werden für alle Farbtöne (Rot, Orange, Gelb, Limone, Grün, Wasser, Cyan, Himmel, Blau, Violett, Magenta und Fuchsie) gedruckt. Unterschiedliche Werte für eine Unterfarbenentfernung und eine Graukomponentenersetzung werden verwendet, um die Proben zu erzeugen. Die Proben werden dann spektrophotometrisch gemessen, und die CMYK-Werte, die die am meisten farbigen Farben erzeugen, wenn von einer Zielfarbe zu Schwarz übergegangen wird, werden ausgewählt.

Anschließend wird ein Licht-Farbvektor durch Interpolieren von Farbwerten aus der vorher bestimmten am meisten farbigen Farbe zu dem Weißpunkt bestimmt, um einen kompletten Datensatz zu schaffen.

Anschließend wird eine Interpolation verwendet, um innere CMYK-Farbdaten aufzufüllen. Eine abschließende Farbtrenninterpolationstabelle wird dann unter Verwendung des HIC-Farbraums erzeugt. CMY-Werte werden in den HIC-Farbraum übersetzt, und entsprechende Werte für C, M, Y und K werden dann den HIC-Werten durch eine dreidimensionale Interpolation unter Verwendung vorher erhaltener CMYK-Farbtönen zugeordnet.

Das Verfahren zum Umwandeln von CMY- zu HIC-Koordinaten lautet folgendermaßen:
Berechnen des gesamten Toners:

$$I = 1 - (1 - \max(\text{CMY}) + \max(\text{RGB})) / 2$$

Berechnen des Farbstärketoners:

$$C = \max(\text{CMY}) - I + \max(\text{RGB})$$

Berechnen des Farbtonwinkels:

Die Tonerpegel, die zu einer Farbe beitragen, werden zuerst bestimmt. Es wird die Annahme getroffen, daß gleiche Mengen an CMY Neutral-Grau-Farben erzeugen. Daher werden gleiche Mengen an CMY zuerst von der eingegebenen CMY-Farbe subtrahiert.

$$C_c = C_i - \min(\text{CMY})$$

$$M_c = Y_i - \min(\text{CMY})$$

$$Y_c = Y_i - \min(\text{CMY})$$

Die Komponenten werden dann normiert:

$$vC_c = C_c / \max(\text{CMY}_c)$$

$$vM_c = Y_c / \max(\text{CMY}_c)$$

$$vY_c = Y_c / \max(\text{CMY}_c)$$

Anschließend werden kartesische Koordinaten von den Komponentensektoren extrahiert, indem zugewiesen wird, daß der Gelbvektor entlang der positiven y-Achse liegt, der Magentavektor entlang des Vektors -30 Grad von der positiven y-Achse liegt, und der Cyan-Vektor entlang eines Vektors +30 Grad von der negativen x-Achse liegt.

Der resultierende kartesische Vektor V lautet folgendermaßen:

$$V = ax + by$$

$$a = (\sqrt{3}) (vM_c + vC_c) / 2; \text{ und}$$

$$b = vY_c - (vC_c + vM_c) / 2$$

Der Farbwinkel wird folgendermaßen berechnet:

$$H = \arctan(b/a)$$

Bezugnehmend nun auf Fig. 7a in Verbindung mit den Fig. 2 bis 4 wird das Verfahren zum Ableiten eines grau ausgeglichenen Vektors für die Neutral-Achse beschrieben. Fig. 2 stellt ein CMY-Koordinatensystem dar, bei dem die Achse 10 gleiche Werte von C, M und Y darstellt. Wie es jedoch oben beschrieben wurde, erzeugen solche gleichen Werte nicht notwendigerweise eine Neutral-Grau-Farbe. Dementsprechend ist es notwendig, CMY-Werte abzuleiten, die Neutral-Grau-Werte erzeugen werden. Solche Werte werden erreicht, indem die CMY-Neutralachse 10 in gleiche Intervalle aufgeteilt wird, wobei jedes Intervall durch ansteigende ausgeglichene Werte von C, M und Y definiert ist (siehe Fig. 7a, Schritt 100).

In jedem Intervall wird eine "Scheibe" 12 erzeugt, die senkrecht zu der Neutral-Achse 10 ist. Eine schematische Darstellung einer Scheibe 12 ist in Fig. 3 gezeigt und umfaßt eine Mehrzahl von "Speichen" 15, die sich bei der mittleren Farbprobe 16 schneiden, die durch gleiche Werte für C, M und Y erzeugt wird. Eine Mehrzahl von unabhängig variierten Datenpunkten 18 ist auf jeder Speiche 15 positioniert und wird durch Variieren der jeweiligen C-, M- und Y-Werte erreicht, um Variationen einer Farbe von der CMY-Neutralachse 10 abzuleiten. Es wird bevorzugt, daß drei Datenpunkte 18 auf jeder Speiche 15 ausgewählt werden, jede mit einer etwas zunehmenden Farbe, wobei das Intervall zwischen den Datenpunkten als Prozentsatz des Farbwerts für diese Scheibe (z. B. 3%) ausgewählt wird. Dementsprechend werden für jede Scheibe 18 Farbwerte sowie der zentrale Neutral-Farbwert erzeugt (Schritt 102, Fig. 7a).

Anschließend (siehe Fig. 4) wird eine Seite gedruckt, wobei für Scheiben 1-n die enthaltenen C-, M- und Y-Farbwerte in der Form kleiner geometrischer Fig. 20 (beispielsweise Quadrate) gezeigt sind, wobei jedes Quadrat 20 gemäß einem spezifischen CMY-Wert gefärbt ist (Schritt 104). Eine Darstellung der Seite ist in Fig. 4 gezeigt. Es sei darauf hingewiesen, daß die Seite anfänglich ohne die Verwendung irgendeines K-Toners erzeugt wird, so daß eine Serie von ausgeglichenen CMY-Neutral-Grauwerten bestimmt werden kann.

Dann wird jedes Quadrat 20 auf der gedruckten Seite mit einem Spektrophotometer gemessen (Schritt 106, Fig. 7a). Unter Verwendung der gemessenen Werte (d. h. Luminanz, Farbstärke und Farbton) wird eine Interpolation durchgeführt, um einen wahrnehmungsmäßig neutral-ausgeglichenen Grauwertvektor zu finden (Schritt 108). Anschließend werden die LCH-Werte, die entlang des Vektors fallen, in CMY-Werte umgewandelt, wobei ein inverses Interpolationsverfahren verwendet wird, das neue CMY-Werte erzeugt, die Punkten entlang des Vektors entsprechen. Die

CMY-Werte werden dann in den HIC-Farbraum abgebildet (Schritt 110). Die drei Komponenten der Neutral-Achsenvektorwerte werden verwendet, wenn maximierte Schatten-Farben abgeleitet werden, was nachfolgend bezugnehmend auf Fig. 5 und die Schritte 112 ff. erörtert wird.

Bezugnehmend nun auf Fig. 7b werden die Schritte, die in Fig. 7a gezeigt sind, als Schritte 100 bis 110 wiederholt, jedoch mit ansteigenden Mengen an K-Toner, der den CMY-ausgeglichene Grauwerten für jede Scheibe hinzugefügt wird.

Die Menge an K-Toner wird für jede aufeinanderfolgende Scheibe erhöht. Diese Schritte resultieren in einer Grauausgeglichene Neutral-Achse, die von Weiß zu Schwarz variiert, und die der in Fig. 6 gezeigte Neutral-Achsen-Vektor 32 ist.

Das nächste Verfahren betrifft das Maximieren von Schatten-Farben und verwendet sowohl CMY- als auch K-Farbwerte und die CMY-Farbwerte für die Werte der drei Komponenten des Neutralachsenvektors, die in den Schritten 100 bis 108 abgeleitet wurden. Das Ziel des Maximierungsverfahrens besteht darin, für jeden gegebenen Farbton zu bestimmen, welcher Pe-, gel an Graukomponentenentfernung und Unterfarbenentfernung verwendet werden soll, um von einem Punkt mit maximaler Farbstärke (einem am meisten farbigen Punkt) zu einem Schwarzpunkt überzugehen.

Zu Anfang wird eine Mehrzahl von N Farbtonwerten ausgewählt (Schritt 112, Fig. 8a). Die Anzahl von Farbtonen, die ausgewählt wurden, ist beliebig, es muß jedoch genug Auflösung geschaffen werden, um Interpolationsartefakte zwischen Farbtonen später in der Prozedur zu minimieren. Es wird bevorzugt, daß zumindest 12 gleich beabstandete Farbtonen ausgewählt werden (beispielsweise von 0 bis 360° in der in Fig. 1a gezeigten XY-Ebene).

Für jeden ausgewählten Farbton wird ein zweidimensionales Array 30 von CMYK-gefärbten geometrischen Figuren erzeugt (siehe Fig. 5), wobei die Farbwerte ausgewählt sind, um den gleichen Farbton beizubehalten. Entlang der X-Achse des Arrays wird der K-Tonerpegel von 0 bis 100% erhöht und entlang der Y-Achse des Arrays zeigen die Farben der geometrischen Figuren ein ansteigendes Verhältnis von CMY-Prozeßschwarz (d. h. Grauausgeglichene Mengen der drei Komponenten, d. h. CMY-Toner, die in den Schritten 100 bis 110 bestimmt wurden) zu den Farbstärketonen. Jedes der in Fig. 5 gezeigten Quadrate zeigt eine Farbe gemäß dem spezifischen Verhältnis von CMY-Prozeßschwarz zu der Menge an Farbstärketoner und K-Toner.

Bevor das Array 30 gedruckt wird, wird eine maximale Toner-Grenze des Druckers verwendet. Die maximale Toner-grenze ist die Menge an Toner, die von dem Drucker gehandhabt werden kann, um eine akzeptable Druckqualität zu erreichen (Schritt 114, Fig. 8a). Insbesondere wird die maximale Toner-grenze verwendet, indem die Menge an CMY-Prozeßschwarz-Toner in jedem gegebenen Quadrat proportional zu der maximalen Menge des CMY-Toners, die möglich ist, verringert wird. Wenn beispielsweise angenommen wird, daß der maximale CMY-Prozeßschwarz-Toner 300% beträgt und die maximale Toner-grenze für einen Drucker 100% ist, dann kann die Menge an CMY-Prozeßschwarz-Toner um (i) eine lineare Funktion, beispielsweise 2/3, oder (ii) eine nichtlineare Funktion reduziert werden, um den größten Teil der Tintenreduktion in die dunklen Farben zu schieben. Dieselbe Funktion wird dann an kleinere Werte von CMY-Prozeßschwarz angelegt, so daß die Toner-mengen in jedem Quadrat in der gleichen Proportion reduziert werden.

Anschließend wird das Array 30 gedruckt und (siehe Schritt 116) jedes Quadrat einer spektrophotometrischen

Analyse unterzogen. Die abgeleiteten Farbwerte werden dann analysiert, um zu bestimmen, welches Quadrat einen Maximal-Farbstärkewert (d. h. eine Stufe neben der unteren linken Ecke von Array 30) zeigt, wobei die CMY- und K-Werte sowie entsprechende HIC-Werte (Schritt 118) für die Stufe gespeichert werden. Anschließend wird jedes Quadrat mit einem größeren Luminanzwert als dem der Stufe mit dem Maximal-Farbstärke-Wert eliminiert, da nur dunklere Farben in diesem Abschnitt der Prozedur von Interesse sind (Schritt 120). Bis keine Quadrate mehr verbleiben (Entscheidungsschritt 121), wird das Verfahren über die Schritte 118 und 120 wiederholt, bis alle maximalen CMYK-Farbstärkewerte bestimmt und gespeichert sind.

Anschließend (Schritt 122) wird ein Weg von dem Quadrat, das den maximalen CMYK-Farbstärkewert zeigt, zu einem Quadrat, das einen schwärzesten CMYK-Farbwert zeigt (im allgemeinen das Quadrat in der oberen rechten Ecke von Array 30) unter Verwendung aller dazwischen ausgewählten Farbwerte bestimmt. Die gespeicherten CMYK-Werte werden verwendet, um weitere CMYK-Farbwerte abzuleiten, die kombiniert werden, um den Weg zu beschreiben (durch Interpolation von Punkten von dem Quadrat, das den Maximal-Farbstärkewert zeigt zu dem Quadrat, das den dunkelsten Schwarzwert zeigt). Nach einer Mittelung, um Diskontinuitäten zu glätten, werden die CMYK- und die entsprechenden HIC-Koordinatenwerte für den abgeleiteten Weg gespeichert (Schritt 124).

Bezugnehmend auf Fig. 9 besteht der nächste Schritt in dem Verfahren darin, einen Vektor von Licht-Farbwerten aus dem Maximal-Farbstärkewert, wie er oben bestimmt wurde, zu Weiß (wo CMYK = 0 gilt) zu bestimmen. Die Ableitung des Vektors für Licht-Farben wird für jeden Farbton durchgeführt, indem auf die CMYK-Farbwerte des Quadrats mit dem Maximal-Farbstärkewert, das oben bestimmt wurde, zugegriffen wird (Schritt 126). Der Vektor für Licht-Farben wird dann abgeleitet, indem eine Mehrzahl von CMYK-Farbwerten zwischen dem Maximal-Farbstärkewert und Weiß interpoliert werden (Schritt 128).

In dieser Stufe werden bezugnehmend auf Fig. 6 ein Vektor 32 für die Neutral-Achse (grau), ein Schatten-Farbvektor 34 und ein Licht-Farbvektor 36 für jeden einer Mehrzahl von Farbtonen abgeleitet (Fig. 6 zeigt nur die Vektoren für einen einzigen Farbton). Nun besteht die Notwendigkeit, Farbwerte zwischen den Vektoren einzufüllen. Wie es in Fig. 10 gezeigt ist, werden Punkte entlang des Vektors 32 für die Neutral-Achse an Punkte entlang des Schatten-Farbvektors 34 und des Licht-Farbvektors 36 angepaßt (Schritt 130). Dann werden Farbwerte zwischen den angepaßten Punkten mittels Interpolation abgeleitet. Anschließend (Schritt 132) werden alle abgeleiteten Farbwerte durch C-, M-, Y- und K-Ebenen Daten organisiert. Jede Ebene wird dann unter Verwendung entsprechender HIC-Farbdaten erst nach H, dann nach I und dann nach C sortiert (Schritt 134). Die Farbtrenndaten werden nun für eine anschließende Verwendung in der Farbtrennfunktion gespeichert, was nachfolgend beschrieben wird.

Die Farbtrennung wird erreicht (siehe Fig. 11), indem CMY-Druckerfarbwerte eingegeben werden und zuerst jeder eingegebene CMY-Wert in den HIC-Farbraum umgewandelt wird (Schritt 136). Anschließend werden die resultierenden HIC-Koordinaten für jede CMY-Farbe verwendet, um CMY- und K-Tonerwerte aus den Farbtrenndaten zu extrahieren, wobei dies für eine Farbe zu einem Zeitpunkt durchgeführt wird. Da ein Eingabe-CMY-Farbwert kaum mit den abgeleiteten CMYK-Farbwerten übereinstimmen wird, wird eine trilineare Interpolation verwendet, um jeden Farbwert zu extrahieren, indem aus den drei naheliegendsten entsprechenden CMYK-Werten interpoliert wird

(Schritt 138). Anschließend werden die berechneten Farben in eine Umwandlungstabelle eingegeben (Schritt 140), die dann beim Umwandeln der CMY-Druckerfarbeingabewerte in CMYK-Werte verwendet wird.

Wie es zu sehen ist, erlaubt die Erfindung, daß eine Umwandlungstabelle erzeugt wird, die sowohl eine Graukomponentenersetzung als auch eine Unterfarbenentfernung schafft, wenn K-Toner verwendet wird. Ferner berücksichtigt die Erfindung die Maximalmengen an Toner, die ein Drucker verwenden darf, wodurch optimale Farbdarstellungen möglich werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen von Schwarzmengen, die mit Mischungen aus einer ersten, einer zweiten und einer dritten Primärdruckerfarbe verwendet werden sollen, um einen gegebenen Farbton darzustellen, mit folgenden Schritten:

a) Bestimmen eines Bereichs an Graustufen durch

- i) Drucken mehrerer Sätze von farbigen geometrischen Figuren (20), wobei jeder Satz eine unterschiedliche Helligkeit bezüglich eines vorherigen Satzes zeigt und Kombinationen der ersten, der zweiten und der dritten Primärdruckerfarbe (CMY) und Schwarz aufweist, wobei die Primärdruckerfarben und Schwarz in Mengen vorhanden sind, die von gleichen Mengen bis zu inkrementell unterschiedlichen Mengen variieren;
- ii) Messen jedes Satzes, um gemessene Farbwerte abzuleiten;
- iii) Verwenden der gemessenen Werte, um einen Grau-Vektor (32) abzuleiten; und
- iv) Ableiten von neuen Kombinationen der ersten, der zweiten und der dritten Primärdruckerfarbe (CMY) und Schwarz, die den Grauvektor (32) definieren;

b) Maximieren von Schatten-Farben durch

- i) Drucken mehrerer Sätze von farbigen geometrischen Figuren (30), wobei jeder Satz einen unterschiedlichen Farbton bezüglich eines vorherigen Satzes zeigt und variierende Kombinationen der ersten, der zweiten und der dritten Primärdruckerfarbe und variierende Mengen an Schwarz aufweist;
- ii) Ableiten von spektral gemessenen Werten für jede geometrische Figur (30) und Auswählen einer ersten geometrischen Figur (30), deren gemessene Spektralwerte einen Maximal-Farbstärkewert für jeden Farbton zeigen, einer zweiten geometrischen Figur (30), deren gemessene Spektralwerte ein dunkelstes Schwarz für jeden Farbton zeigen, und mehrerer geometrischer Figuren (30), die Zwischenpegel von Maximalfarbstärkewerten und eine minimierte Helligkeit haben;
- iii) Ableiten eines Schatten-Wegs (34) für jeden Farbton, der mehrere Farbtodruckerfarbwerte umfaßt, durch Interpolation zwischen dem Maximal-Farbstärkewert, dem dunkelsten Schwarz für den Farbton und den Zwischenpegeln von Maximal-Farbstärkewerten und minimierter Helligkeit;

c) Ableiten eines Licht-Farbvektors (36) für jeden Farbton durch Interpolation zwischen dem

Maximal-Farbstärkewert und einem Weißfarbwert;

d) Bestimmen von Kombinationen von Primärdruckerfarbwerten und Schwarzwerten für Punkte, die zwischen dem Grauvektor (32), dem Schattenweg (34) und dem Licht-Farbvektor (36) liegen, um eine Farbtonebene für jeden Farbton zu erzeugen; und

e) Erzeugen einer Umwandlungstabelle, durch die Eingabekombinationen von ersten, zweiten und dritten Primärdruckerfarbwerten (CMY) in Ausgabekombinationen von ersten, zweiten und dritten Primärdruckerfarbwerten (CMY) und Schwarzwerten abgebildet werden, wobei das Abilden durch Betrachten von Farbwerten jeder Eingabekombination und eines ersten, zweiten und dritten Primärdruckerfarbwerts (CMY) und Schwarzwerten, die eine oder mehrere nächstgelegene Farbtonebenen aufweist bzw. aufweisen, erzeugt wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem jeder Satz von farbigen geometrischen Figuren (30), die durch den Schritt b(i) gedruckt werden, ein zweidimensionales Array von geometrischen Figuren (30) zeigt, wobei die geometrischen Figuren (30), die gemäß einer Achse des Arrays angeordnet sind, einen ansteigenden Schwarzgehalt zeigen, und wobei eine zweite Achse des Arrays ansteigende Mengen der ersten, der zweiten und der dritten Primärdruckerfarbe (CMY) zeigt, die Prozeßschwarz bilden.

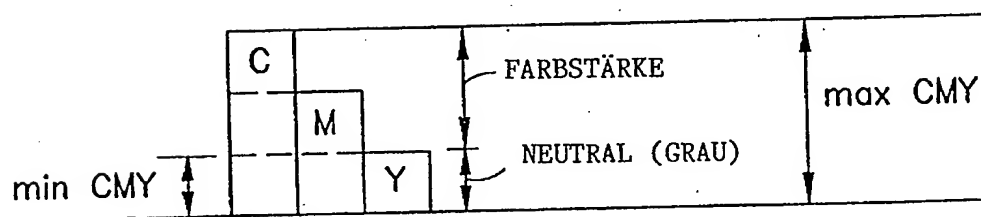
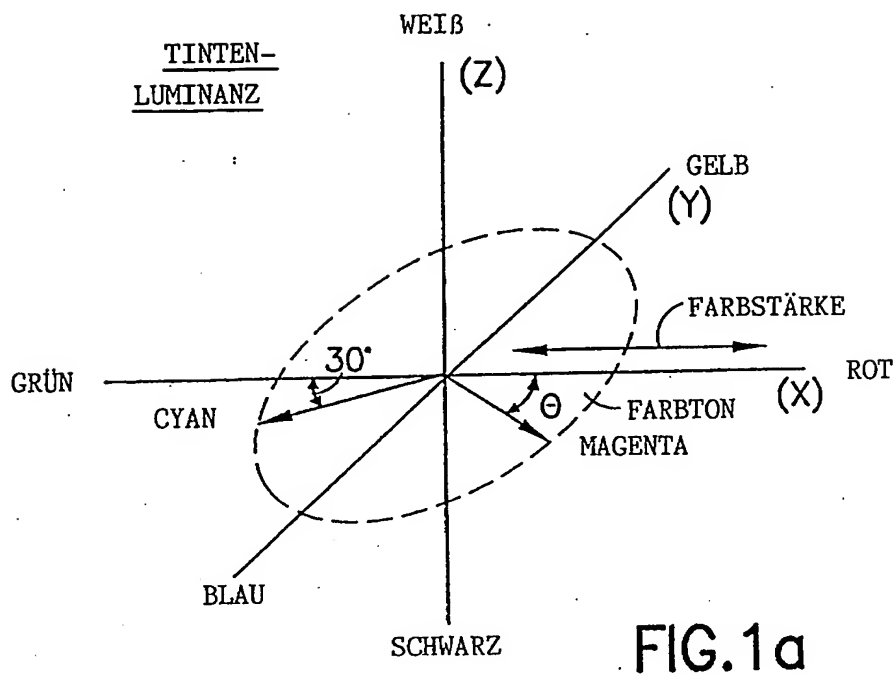
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, bei dem eine Menge der ersten, der zweiten und der dritten Primärdruckerfarbe (CMY), die verwendet wird, um eine geometrische Figur (30) zu erzeugen, nicht größer als eine maximale Tinten- oder Tonergränze ist.

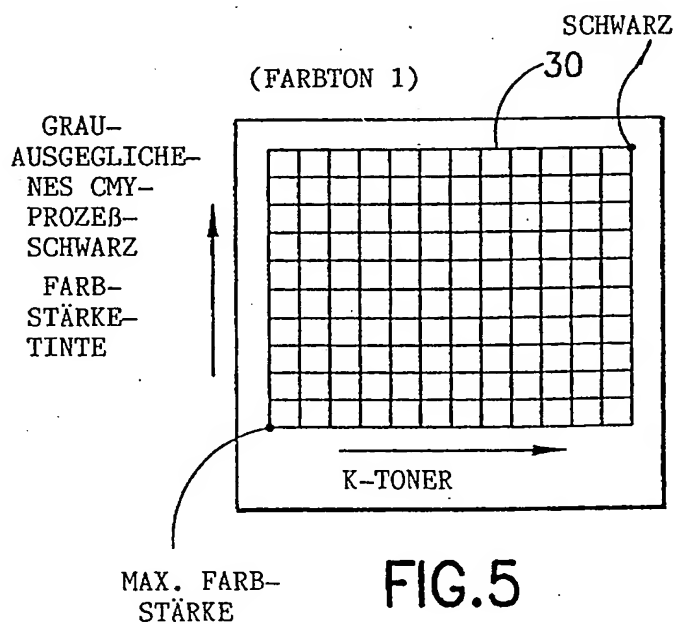
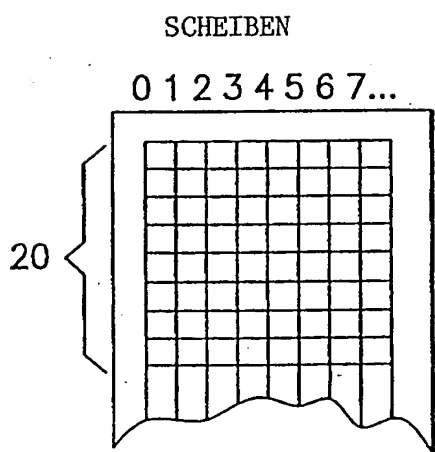
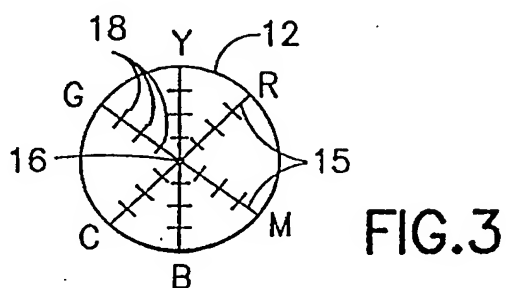
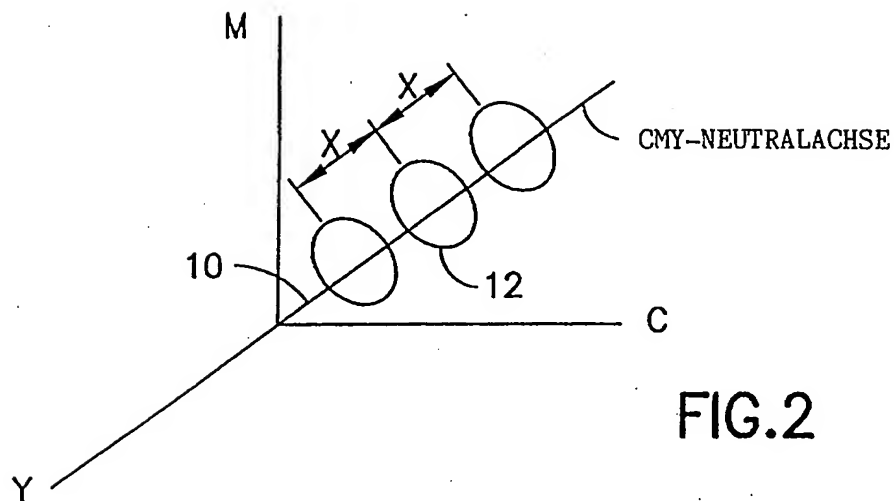
4. Verfahren gemäß Anspruch 3, bei dem die Menge der ersten, der zweiten und der dritten Primärdruckerfarbe (CMY) in jeder geometrischen Figur (30) proportional zu einer Funktion der (i) maximalen Tinten- oder Tonergränze und (ii) einer größten Menge an Tinte oder Toner, die bzw. der die erste, die zweite und die dritte Primärdruckerfarbe (CMY) aufweist, reduziert wird, wobei die Funktion entweder linear oder nicht-linear ist.

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem im Schritt c) der Licht-Farbvektor (36) abgeleitet wird, indem zwischen einer Kombination von Primärdruckerfarbwerten (CMY) und einem Schwarzwert interpoliert wird, wodurch der Maximal-Farbstärkewert entsteht, und indem zwischen einer Kombination von Primärdruckerfarbwerten (CMY) und einem Schwarzwert interpoliert wird, wodurch ein Weißwert entsteht.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Primärfarben (CMY) Cyan, Magenta und Gelb sind.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen





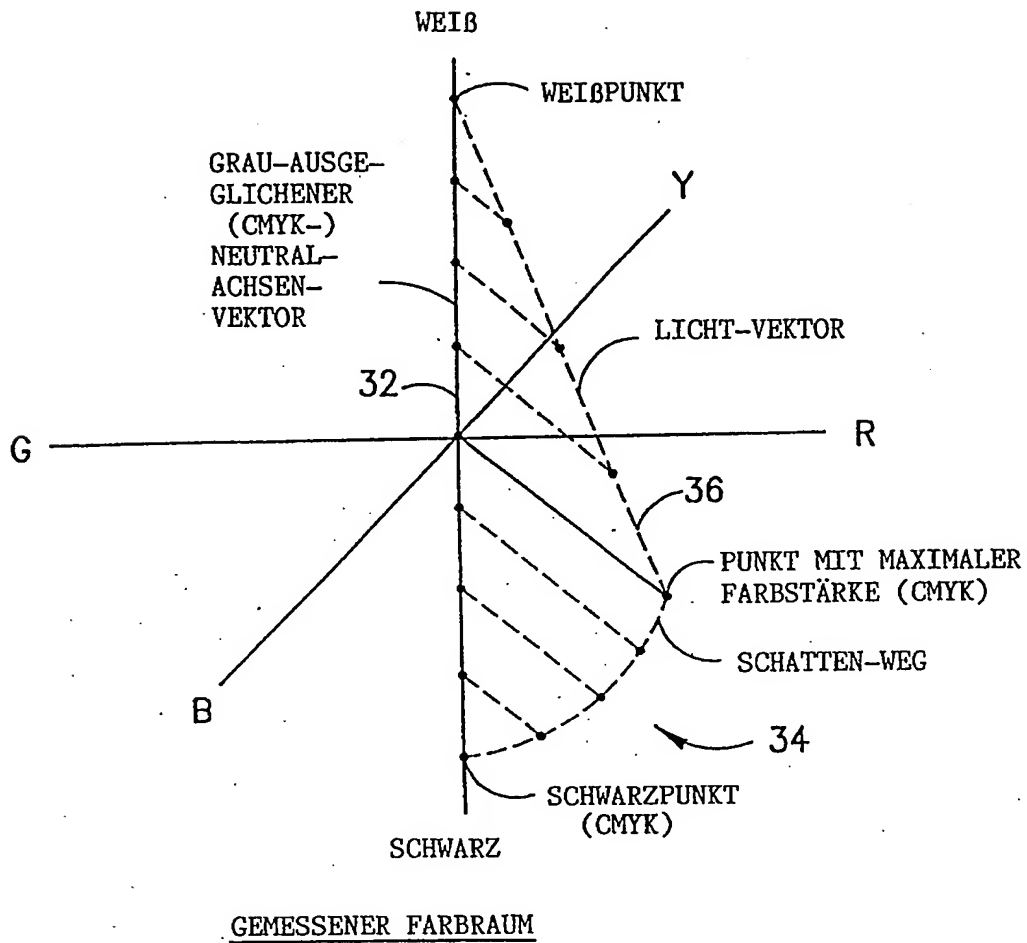


FIG.6

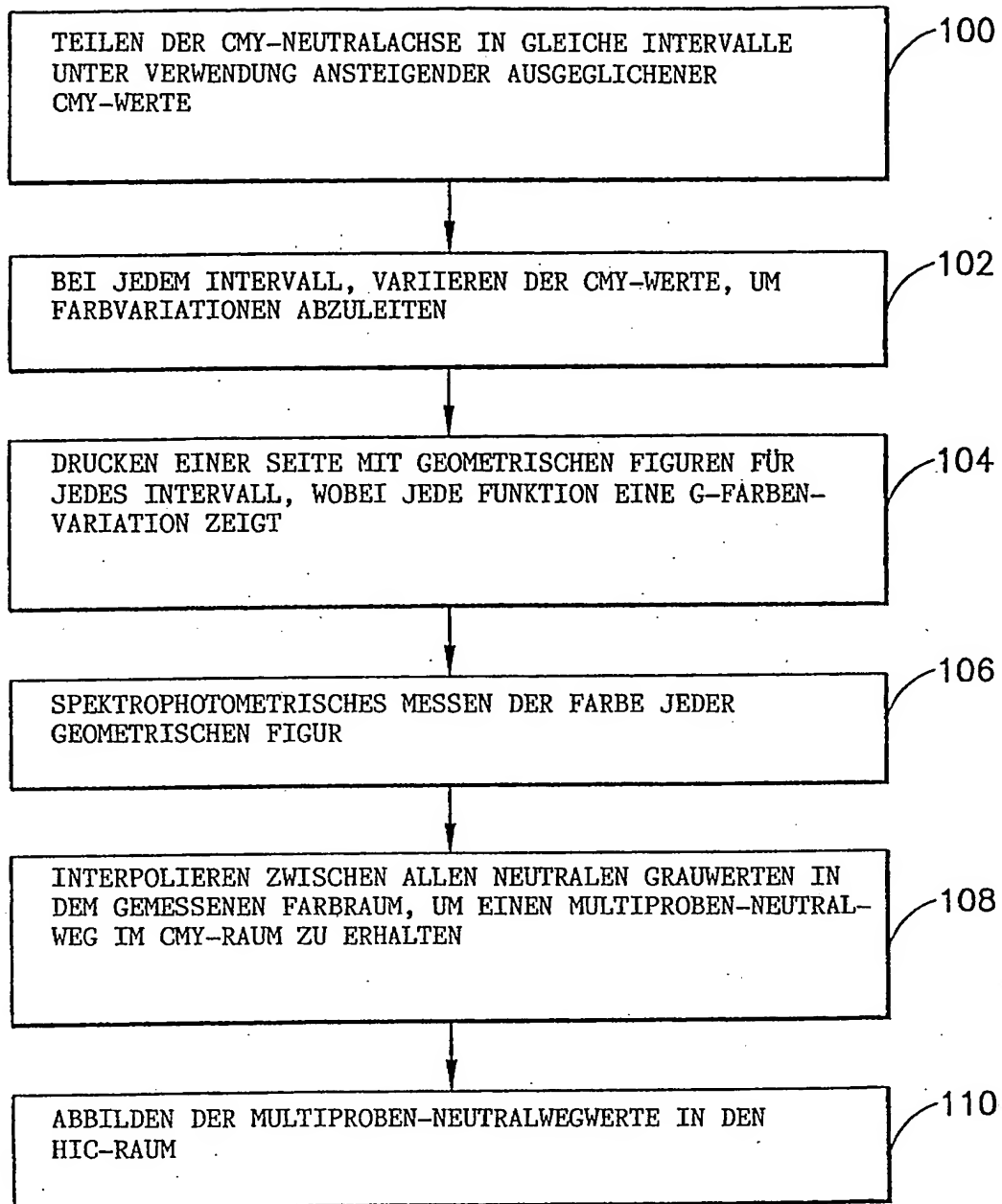


FIG.7a

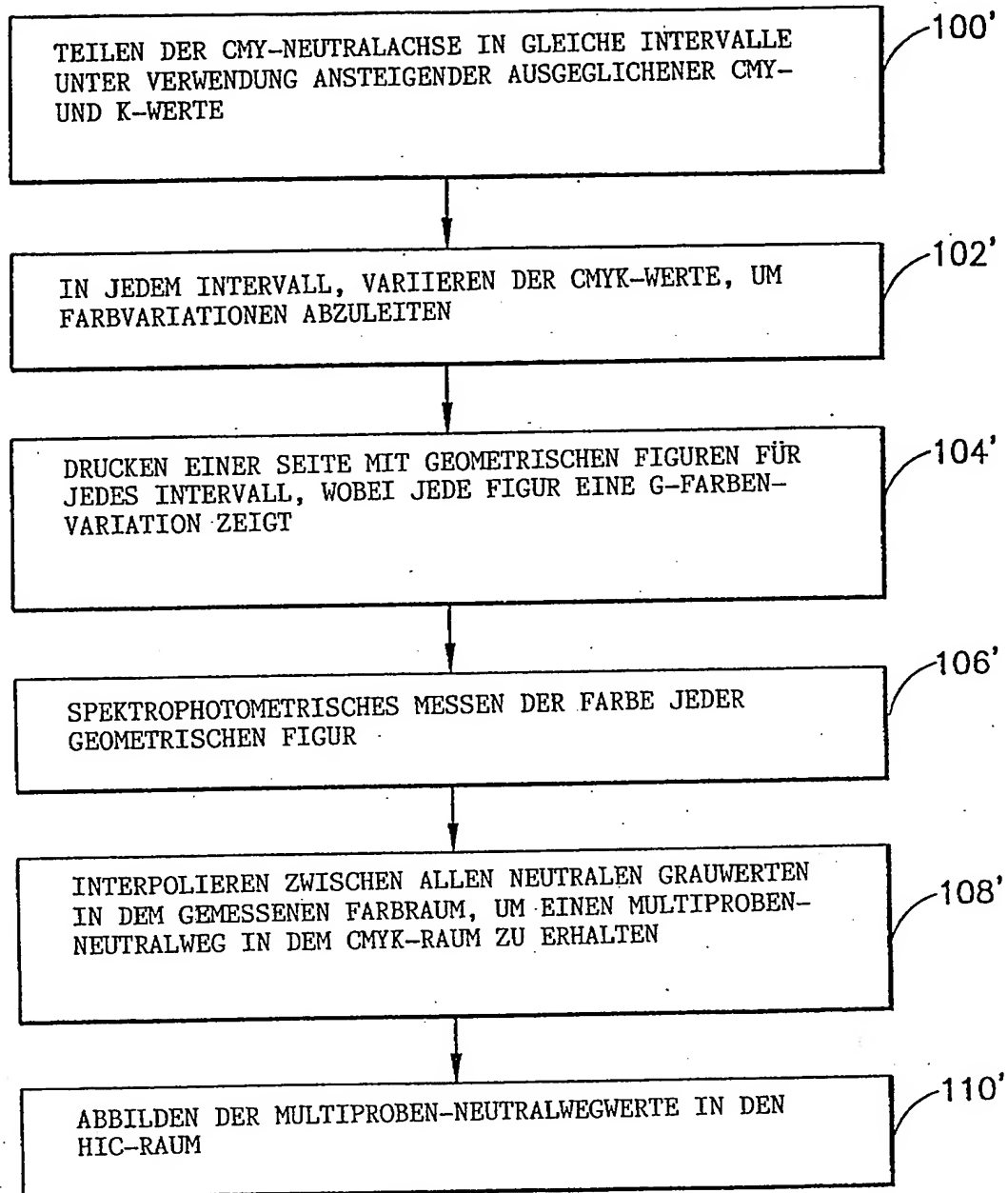


FIG.7b

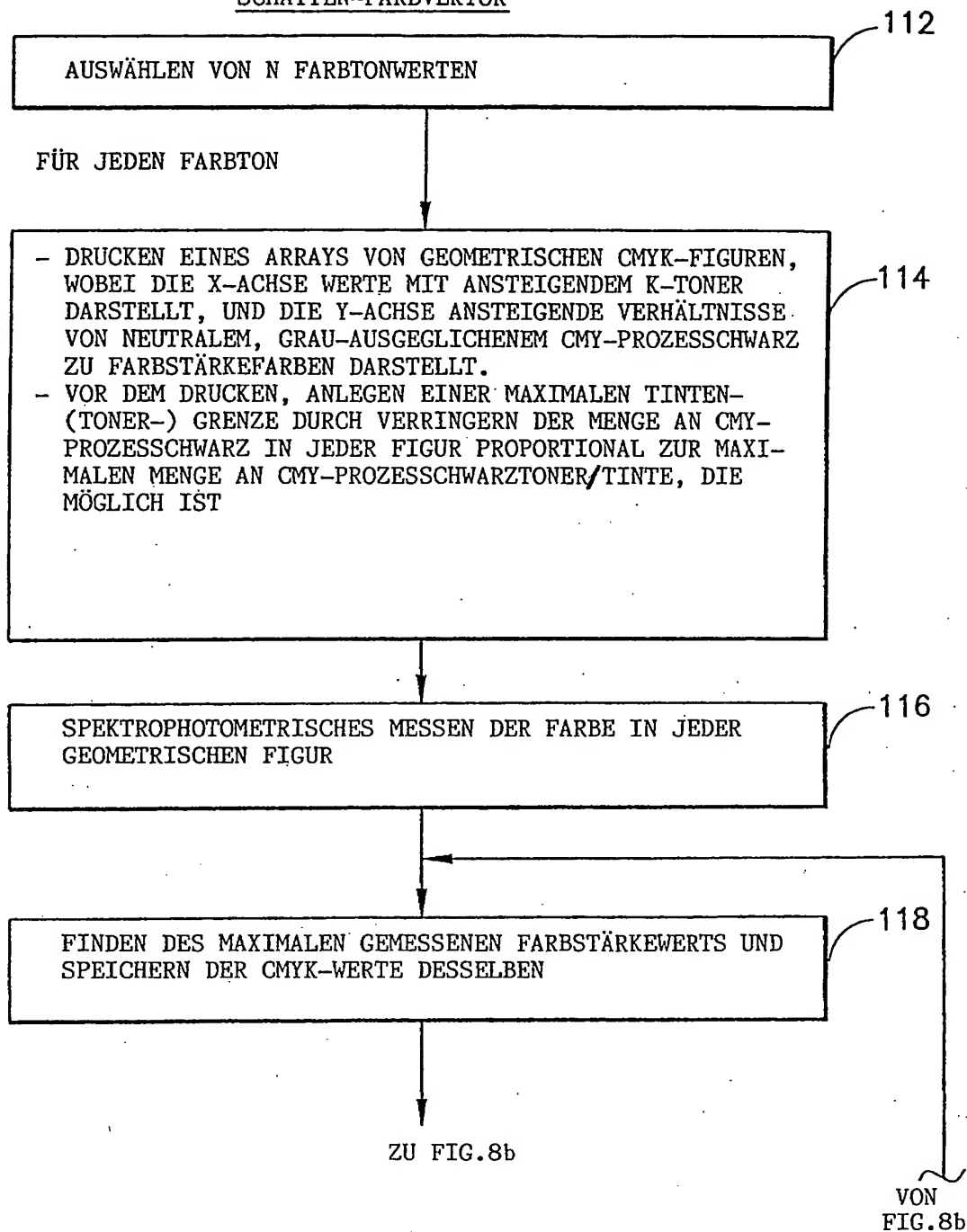
SCHATTEN-FARBVEKTOR

FIG.8a

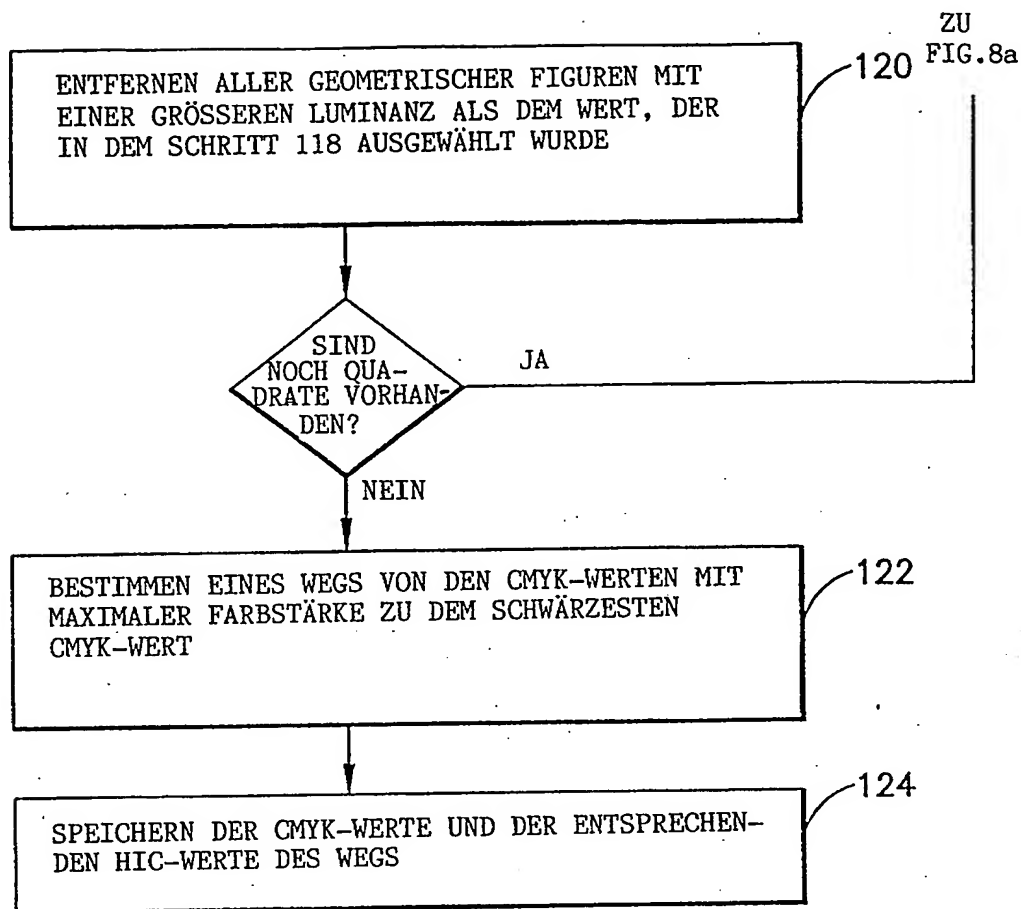


FIG. 8b

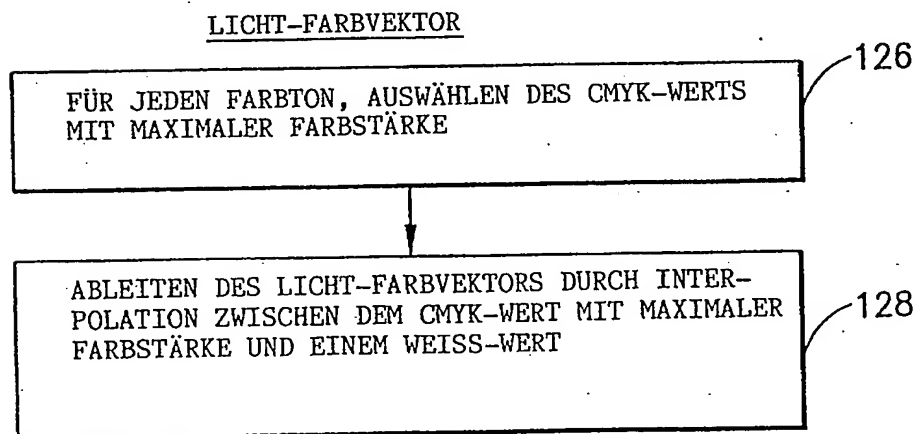


FIG. 9

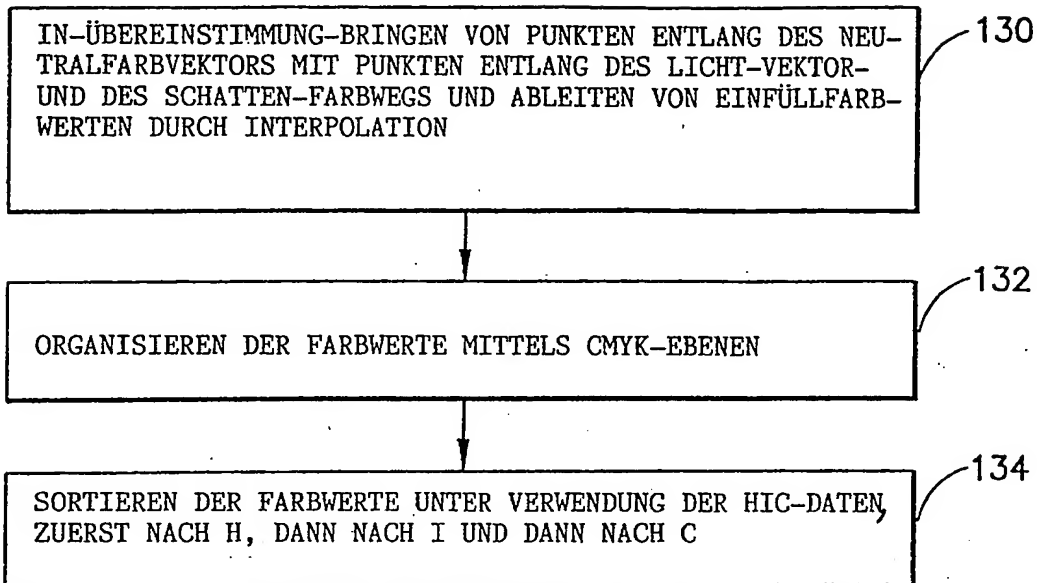
EINFÜLLEN VON FARBEN

FIG.10

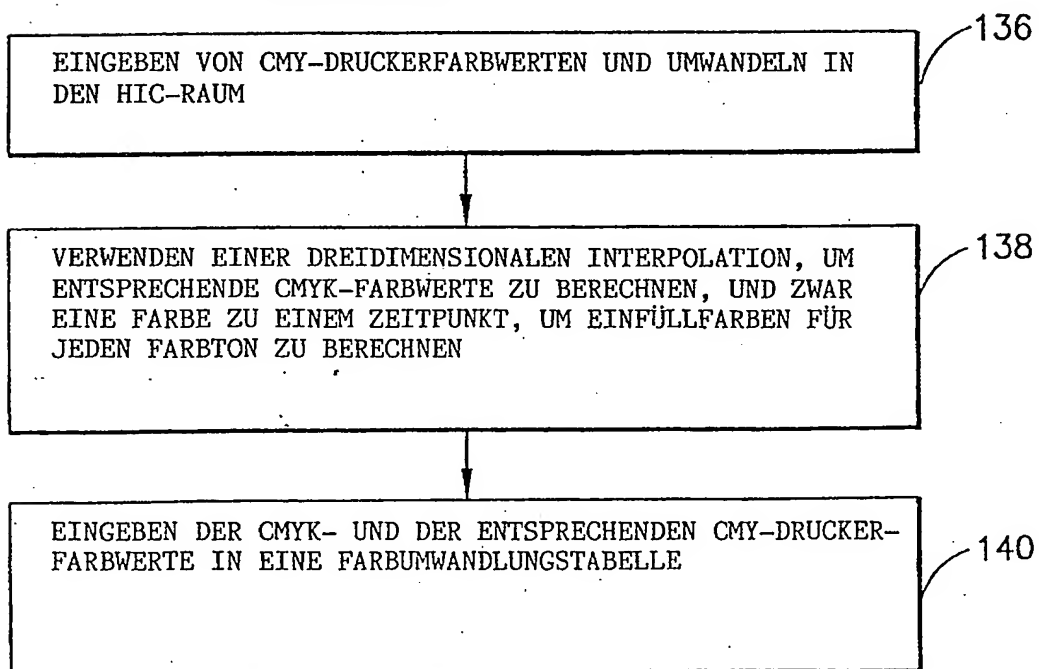
FARBTRENNUNG

FIG.11